

Le tantale



© www.rfplcarbide.com

Mai 2012

Le tantale, métal rare, est surtout utilisé dans les condensateurs en électronique, ainsi que dans les superalliages et les équipements exposés à de hautes températures ou à la corrosion.

> Propriétés

Le tantale (Ta) est le 73^{ème} élément du tableau de Mendeleïev. C'est un métal de couleur gris-bleu, dense, malléable et ductile. Il est rare, son abondance moyenne dans l'écorce terrestre étant de 1,8 ppm.

C'est un bon conducteur de chaleur et d'électricité. Il fond à 3017 °C, au quatrième rang le plus élevé des métaux. Il est très résistant à la corrosion par les acides.

Ses propriétés le font utiliser essentiellement en électronique pour les condensateurs, dans l'industrie chimique pour sa résistance à la corrosion et à la température, ainsi que dans les superalliages en conditions sévères, dans l'aéronautique et le spatial.

N° atomique	Masse atomique
73	180,9
Ta	
Pt de fusion	Pt d'ébullition
3 017°C	5 458°C
Densité	Clarke
16,65	1,8 ppm



© image-of-elements.com

> Usages

Le tantale est utilisé à près de 50 % dans les condensateurs miniaturisés pour l'électronique mobile (plusieurs milliards d'unités chaque année, pour téléphones portables, ordinateurs, appareils sans fil, électronique automobile).



Condensateurs à électrolyte gélifié (© www.firadec.fr)

Le nitrure de tantale (Ta₃N₅) sert de semi-conducteur dans les diodes électroluminescentes (LED), les cellules solaires, les transistors et les circuits intégrés.

Le tantale entre dans la composition de superalliages (16% de la consommation) pour les turbines des moteurs d'avions, les turbines à gaz et les réacteurs nucléaires. Il est aussi utilisé dans les installations et les équipements industriels exposés aux hautes températures et à la corrosion.

Il sert également à la fabrication de cibles de pulvérisation cathodique qui permettent de déposer des couches minces, notamment sur les têtes des imprimantes à jet d'encre, les clés USB et les écrans plats.

> Usages (suite)

Le tantalate de lithium (LiTaO₃) associé au niobate de lithium (LiNbO₃) possède des propriétés électro-optiques, acoustiques et piézoélectriques uniques, utilisées dans les filtres d'ondes acoustiques de surface (téléphones cellulaires et sans fil, téléviseurs, enregistreurs vidéo...).

Le tantale est aussi utilisé :

- dans les outils chirurgicaux et les implants orthopédiques et chirurgicaux (biocom-patibilité) ;



Vertèbres synthétiques à base de tantale
(©www.zimmer.com)

- dans les outils de coupe sous forme de carbure cémenté (± W, V, Nb, Ti) ;
- dans la protection contre la corrosion et dans les anodes utilisées en conditions extrêmes (haute densité de courant anodique, haute température, milieux acides ou saumures).

> Risques sanitaires

Les minéraux de tantale sont inertes et n'ont pas d'incidence sur le milieu naturel. Le tantale ne joue aucun rôle dans le cycle biologique et sa grande stabilité fait qu'il est couramment utilisé en chirurgie, ainsi que comme traceur en radiographie sous forme de nanoparticules d'oxyde.

Les sels de tantale sont considérés comme non toxiques, car peu absorbés et rapidement éliminés.

> Consommation mondiale

Peu de données statistiques sont disponibles concernant la production et la consommation de tantale. Les chiffres sont rarement publiés par les sociétés productrices et une large part de la production minière repose sur l'artisanat (Afrique Centrale). Le TIC (Tantalum-Niobium International Study Center) regroupe 86 sociétés qui ont pour objectif de promouvoir les filières de Ta et de Nb. Il publie les expéditions des différents transformateurs de tantale en fonction des produits, ce qui traduit globalement les tendances de consommation par secteur.

Depuis 2000, la consommation mondiale de tantale a varié entre 1 000 et 2 000 t/an. Après une croissance importante au début des années 2000 (> 2 300 t en 2000) du fait de l'explosion de la demande pour les téléphones portables, cette consommation s'est ralentie depuis la fin 2008 pour se situer autour de 1 000 t en 2009, conséquence du ralentissement économique global (Henderson, Rittenhouse International Resources 2010) et de la miniaturisation toujours plus poussée des composants.

En raison de ses propriétés particulièrement intéressantes et de la tendance à la miniaturisation en électronique, la demande mondiale en tantale devrait rester importante pour le secteur des condensateurs.

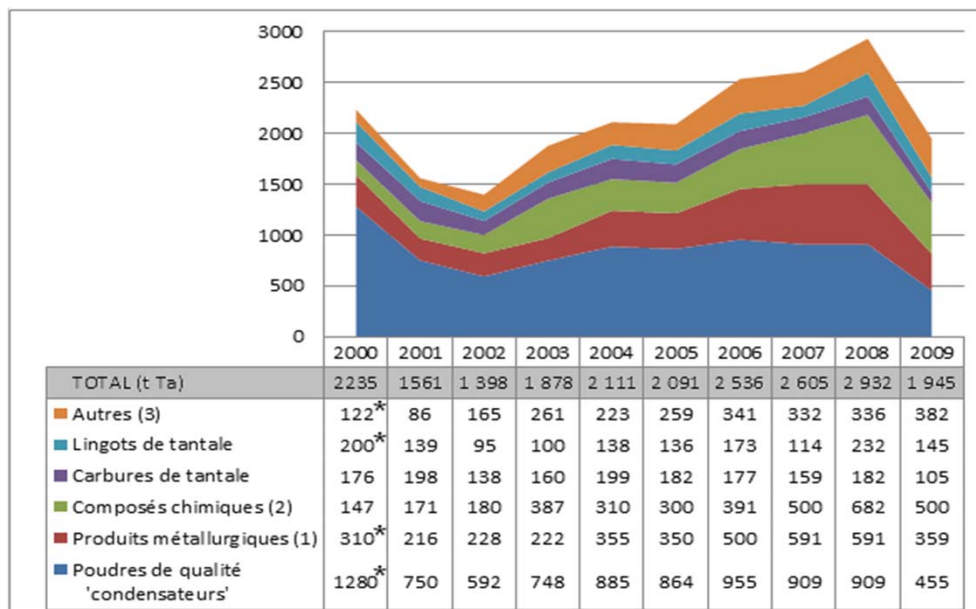
> Recyclage

Il n'y a pas de recyclage du tantale à partir des déchets en fin de vie. Le tantale est recyclé à partir des rejets de fabrication. Cette source secondaire contribue en moyenne à hauteur de 20 % dans l'offre mondiale et représente donc entre 300 et 400 t de métal. L'usage du tantale dans les composés électroniques est cependant dispersif et rend le recyclage délicat.

> Substitutions

Le tantale peut être substitué par le niobium dans les secteurs exposés à la corrosion et aux hautes températures. Dans les superalliages, il peut être remplacé par du vanadium ou du molybdène. Pour les condensateurs, plusieurs technologies concurrentes existent, comme les multicouches céramiques, mais avec une miniaturisation moindre. Le tantale n'est cependant pas remplaçable actuellement dans certaines applications de niches, comme la chirurgie de précision.

* Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication



Répartition et évolution des expéditions des transformateurs de tantale membres du TIC entre 2002 et 2009, en t de Ta contenu (TIC 2011, Mining Journal 09/2010).

(1) Feuilles, plaques, tiges et fils de tantale

(2) Ta₂O₅, TaCl₅, K₂TaF₇

(3) Poudre de qualité métallurgique, métal brut, ferrailles, autres

> Gisements

Les principaux minerais de tantale sont la tantalite (Fe,Mn)Ta₂O₆ et les colombo-tantalites ("coltan"), dans lesquels le tantale et le niobium se substituent mutuellement. Le tantale se concentre préférentiellement dans les magmas évolués. Les principaux gisements se trouvent dans :

- les pegmatites granitiques, qui forment les gisements les plus importants (Australie, Canada, Brésil) ;



Pegmatite à colombo-tantalite (Monts d'Ambazac, Limousin) (@www.geoforum.fr)

- les granites peralumineux : tonnages forts mais teneurs faibles (cas du granite de Beauvoir à Échassières en France, où sont produits 55 t/an à 10 % de Ta₂O₅) ;
- les carbonatites : roches magmatiques riches en carbonates concentrant Ta, Nb, Ti et des terres rares (Niobec, Oka, Canada) ;
- les complexes hyperalcalins : syénite à néphéline (gisements de moins de 100 Mt à teneurs faibles (<0,1% Ta₂O₅) peu exploités mais en cours d'exploration (Groenland) ;
- les placers : dépôts éluviaux et alluviaux, exploités de manière artisanale en R.D. du Congo et en Russie.

> Ressources et réserves

Les réserves mondiales sont estimées à 153 kt Ta, dont plus de la moitié au Brésil. Les ressources atteignent 317 kt Ta₂O₅ et sont mieux réparties à l'échelle mondiale (USGS, 2011 ; TIC, 2010).

Les ressources en France (avec la Guyane) sont estimées à quelques milliers de tonnes.

> Production

La production mondiale de tantale provient :

- à environ 60% de concentrés primaires de tantale (environ 670 t en 2009), d'un petit nombre de pays : Brésil, Mozambique, Ethiopie, Canada. Une part importante, mais difficile à chiffrer, de l'offre mondiale provient de l'exploitation artisanale du « coltan » dans la région des Grands Lacs africains (R.D. du Congo et Rwanda) ;
- à environ 10% de concentrés mixtes à Ta-Nb ;
- à environ 10% de la valorisation des scories d'étain, particulièrement en Malaisie et en Thaïlande ;
- à environ 20% du recyclage (TIC, 2012).

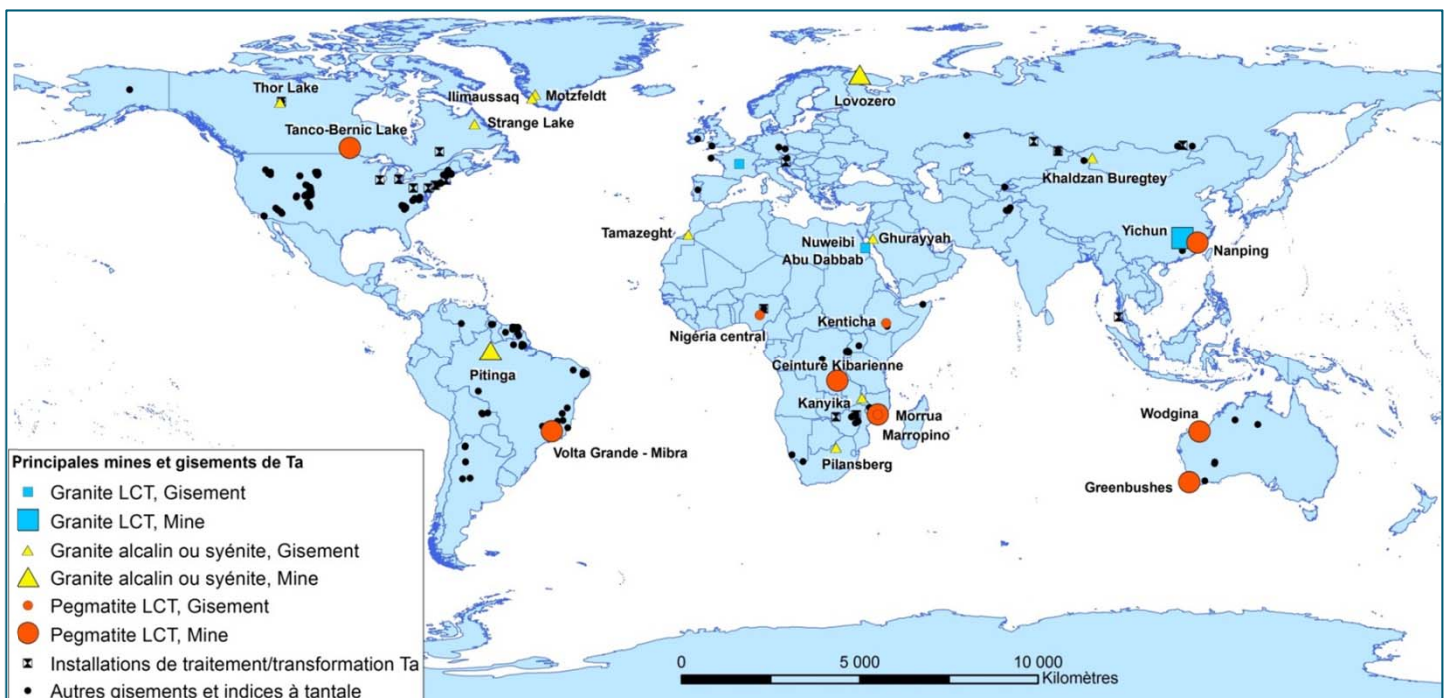
Il existe par ailleurs de nombreux gisements disséminés à basse teneur, non encore exploités, comme Abu Dabbab en Égypte, Kanyika au Malawi, etc.

La mise ou remise en production de nouveaux projets pourrait permettre de satisfaire une croissance modérée de la demande (~5 % par an).

> Traitement des minerais, métallurgie

Du minerai au concentré : Les minerais sont concentrés par gravimétrie, flottation sélective et séparation magnétique, pour obtenir des concentrés à 30 à 54 % de Ta₂O₅.

Du concentré au métal : Les concentrés sont digérés par un mélange d'acides chlorhydrique et sulfurique, puis les métaux d'intérêt sont séparés des impuretés par des extractants organiques sélectifs. Le tantale métallique est ensuite obtenu par réduction par le sodium.



> Acteurs industriels

- **Producteurs miniers** : les principaux producteurs miniers de tantale sont CIF et Minsur au Brésil, Global Advanced Minerals en Australie, Tanco au Canada, Noventa Resources au Mozambique, EMDSC en Ethiopie.
- **Transformateurs** : une vingtaine de compagnies produisent des lingots, du carbure, des poudres pour condensateurs, des superalliages ou des produits chimiques dans les pays industrialisés et les mettent souvent en œuvre sous forme de produits finis (Global Advanced Minerals aux USA, Mitsui au Japon, Starck et Heraeus en Allemagne, Affilips en Belgique, NingXia en Chine, CIF au Brésil, etc.).

En France, il n'y a pas de producteur de tantale affiné. La consommation se fait sous forme de Ta allié (superalliages) pour l'aéronautique, de Ta métal pour l'industrie de la Défense, les prothèses et la chirurgie, de poudre d'oxyde pour l'optique et l'électronique. Parmi les utilisateurs de tantale, on pourra citer Firadec, qui fabrique des condensateurs au tantale, Mersen, qui produit des équipements industriels et anticorrosion à base de tantale dans son usine en Allemagne ainsi que des composés chimiques et pharmaceutiques tantalifères.

Les industriels français de l'aéronautique et de la défense sont consommateurs d'alliages au tantale.

> Prix

Il n'existe pas de cotation des prix du tantale, qui sont établis entre producteurs et vendeurs. Le prix varie selon la nature du produit fini, du contenu en tantale et de l'assiette du contrat. Des prix de référence sont cependant publiés par divers organismes comme Metal Pages (www.metal-mages.com).

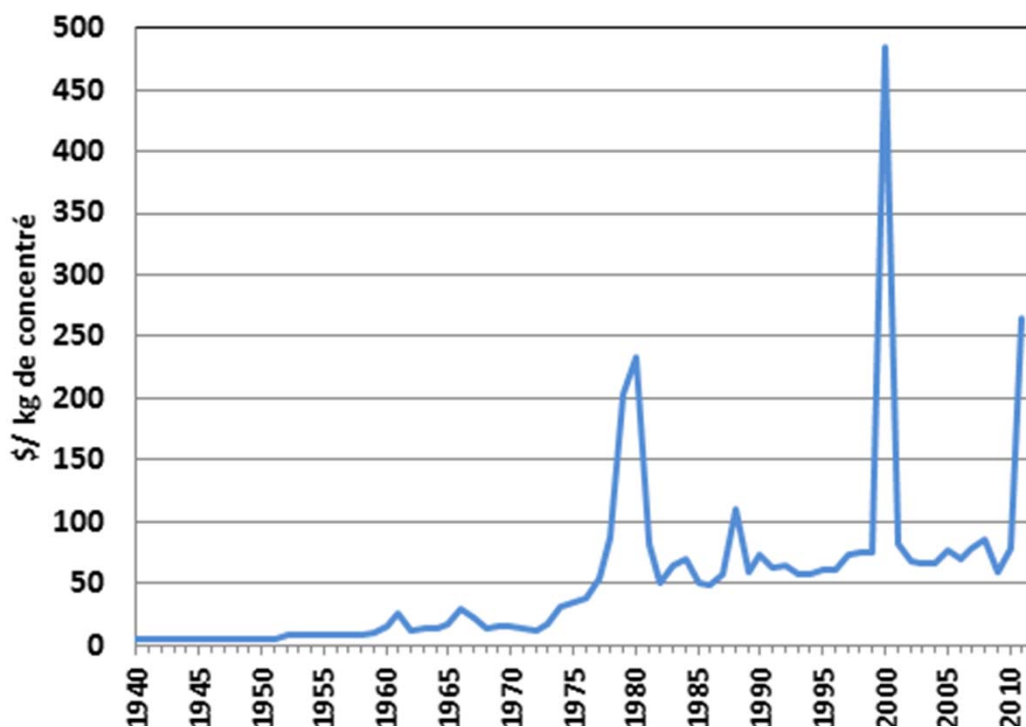
Le prix moyen des concentrés de tantale en 2011 a été de 272 \$/kg (concentré de tantalite à 30% de Ta₂O₅, Europe), de 530 \$/kg pour les oxydes et sels de tantale et de 660 \$/kg pour les poudres pour les condensateurs. Les prix ont connu de fortes volatilités, avec des crises récurrentes en 1979, 2000 (boom de la demande pour la téléphonie portable), 2011 avec la fermeture des deux mines australiennes et les restrictions des importations de "minéraux de conflits" en particulier de RDC.

> Criticité

Les ressources mondiales en tantale apparaissent suffisamment importantes pour son usage actuel. Des tensions sur les approvisionnement se sont toutefois fait sentir ponctuellement dans le passé (en 1979 et en 2000).

Les nouveaux projets miniers en cours de développement devraient compenser les restrictions sur le tantale illégal de la région des Grands Lacs africains. Les risques pesant sur les approvisionnements en Ta à moyen terme sont relativement modérés.

Néanmoins, le tantale est actuellement difficilement substituable (orthopédie, dépôt par pulvérisation de couches fines, condensateurs miniature). L'importance du tantale pour l'industrie est évaluée à forte.



Prix moyen annuel du tantale depuis 1940 en \$ courants calculé sur la base du kg de pentoxyde contenu dans les concentrés (USGS, 2011).

